

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平9-93072

(43)公開日 平成9年(1997)4月4日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H 9/145		7259-5 J	H 0 3 H 9/145	Z
3/10		7259-5 J	3/10	
9/64		7259-5 J	9/64	Z

審査請求 出願後 請求項の数 7 (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平7-247639

(22)出願日 平成7年(1995)9月26日

(71)出願人 000005223

富士通株式会社

神奈川県川崎市中原区上小田中4丁目1番
1号

(72)発明者 峰村 誠

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 永田 憲治

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(72)発明者 中村 義孝

神奈川県川崎市中原区上小田中1015番地
富士通株式会社内

(74)代理人 弁理士 石田 敬 (外3名)

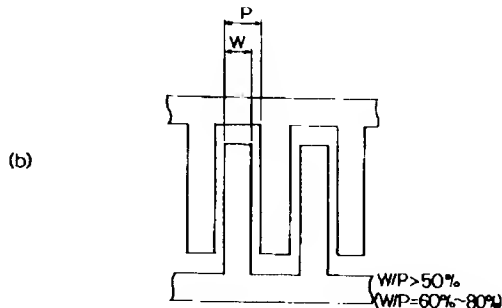
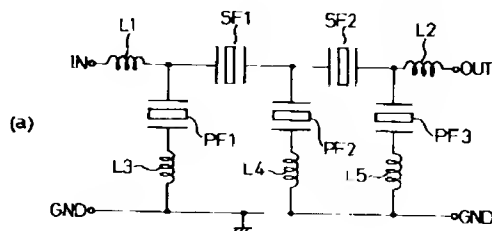
(54)【発明の名称】 表面弾性波フィルタ

(57)【要約】

【課題】 本発明は、表面弾性波 (SAW) フィルタに関し、周波数特性を改善すると共に、製造プロセスに起因する電極指幅のばらつきに対する周波数シフト変化率を小さくし、ひいては歩留りの向上に寄与することを目的とする。

【解決手段】 複数のSAW共振器を直並列に梯子状に接続して成るSAWフィルタにおいて、各SAW共振器が、圧電体基板の上にそれぞれの電極指が交互に差し挟まれるように電極パターンを形成して成る励振用の1対の櫛形電極と、該1対の櫛形電極の両側にそれぞれ電極パターンを形成して成る反射器とを有し、上記櫛形電極の電極指のピッチPに対する電極指の幅Wを少なくとも60%の比率でパターン形成するように構成する。

本発明の一実施形態に係るSAWフィルタの構成を示す図



【特許請求の範囲】

【請求項1】 複数の表面弾性波共振器を直並列に梯子状に接続して成る表面弾性波フィルタにおいて、前記複数の表面弾性波共振器の各々が、圧電体基板の上にそれぞれの電極指が交互に差し挟まれるように電極パターンを形成して成る励振用の1対の櫛形電極と、該1対の櫛形電極の両側にそれぞれ電極パターンを形成して成る反射器とを有し、前記櫛形電極の電極指のピッチ(P)に対する電極指の幅(W)を少なくとも60%の比率でパターン形成したことを特徴とする表面弾性波フィルタ。

【請求項2】 前記櫛形電極の電極指のピッチ(P)に対する電極指の幅(W)を60%~80%の比率でパターン形成したことを特徴とする請求項1に記載の表面弾性波フィルタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、表面弾性波(SAW: Surface Acoustic Wave)を利用する素子を用いた共振器(SAW共振器)に係り、特に、かかるSAW共振器を複数個、直並列に組み合わせて梯子状に接続して成るフィルタ(ラダー形SAWフィルタ)の周波数特性を改善する技術に関する。

【0002】

【従来の技術】図9には典型的なSAW共振器の一構成例が示される。図中、(a)はSAW共振器の構造を模式的に示したもので、(b)はそれをシンボル表記で示したものである。図9(a)において、10は圧電体基板、20は圧電体基板10の上に形成されたSAW共振子を示す。圧電体基板10は、例えばニオブ酸リチウム(LiNbO₃)やタンタル酸リチウム(LiTaO₃)等の単結晶、或いは、チタン酸ジルコン酸鉛(PZT)等の圧電セラミックで形成されている。また、SAW共振子20は、1対の励振用櫛形電極(IDT: Inter-Digital Transducer)21及び22と、該IDTの両側に配設した反射器23及び24とを備えて構成され、各IDT21、22及び各反射器23、24は、例えばアルミニウム(Al)をスパッタリングにより成長させパターニングすることにより形成される。この際、入力(IN)側のIDT21及び出力(OUT)側のIDT22は、各々の電極指F₁及びF₂が交互に差し挟まれるようにパターン形成される。なお、P_{IDT}は各IDT21、22の隣合う電極指間の間隔(ピッチ)を表し、P_{REF}は各反射器23、24の隣合う電極指間の間隔(ピッチ)を表している。

【0003】このような構造を持つSAW共振器では、励振用電極(IDT21、22)で発生した表面弾性波(SAW)をその両側に配設した反射器23、24で反射させることにより定在波を生じさせ、それによって高いQを持った振動を励起するように機能する。この場

合、励振される周波数は、ピッチP_{IDT}及びP_{REF}の大きさに依存して決定される。

【0004】このようなSAW共振器を複数個、直並列に適宜組み合わせ梯子状に接続することにより、例えば図1(a)に示すようなラダー形SAWフィルタが構成される。かかるラダー形SAWフィルタにおいてそのフィルタ特性は、直列に接続されたSAW共振器が持つ共振点による周波数特性と、並列に接続されたSAW共振器が持つ共振点及び反共振点による周波数特性の合成により決定される。

【0005】従来知られている技術では、図10に示すようにラダー形SAWフィルタに用いられるSAW共振器を構成している櫛形電極の電極指の幅(W₀)は、電極指のピッチ(P)に対して50%(=W₀/P)の比率でパターン形成されており、λ/4に固定されていた。なお、λは共振(又は反共振)周波数f₀での表面弾性波の波長を示し、λ=V/f₀(但し、Vは表面弾性波の伝播速度)によって表される。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】一般に、SAWフィルタの周波数通過特性を向上させるためには、帯域外の信号減衰量を大きくする必要がある。言い換えると、SAWフィルタの周波数通過特性は、その使用目的(つまり帯域通過フィルタとして用いること)から、通過帯域と帯域外の境界部において特性曲線が急峻に立ち上がり、或いは立ち下がっていることが要求される。

【0007】しかしながら、従来知られているSAWフィルタでは、かかる要求に満足に 대응することができるものは無かった。また、SAWフィルタを製造する際に、そのプロセスのばらつきに起因して、SAW共振器を構成している櫛形電極の電極指の幅もばらつく(つまり不均一となる)。その結果、マクロ的に見た表面弾性波の伝播速度(V)が変化し、共振周波数(f₀)がシフトする。これは、製品を安定生産する上で弊害となり、歩留りを低下させる要因となる。

【0008】本発明は、上述した従来技術における課題に鑑み創作されたもので、周波数特性を改善すると共に、製造プロセスに起因する電極指幅のばらつきに対する周波数シフト変化率を小さくし、ひいては歩留りの向上に寄与することができる表面弾性波(SAW)フィルタを提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上述した従来技術の課題を解決するため、本発明によれば、複数のSAW共振器を直並列に梯子状に接続して成るSAWフィルタにおいて、前記複数のSAW共振器の各々が、圧電体基板の上にそれぞれの電極指が交互に差し挟まれるように電極パターンを形成して成る励振用の1対の櫛形電極と、該1対の櫛形電極の両側にそれぞれ電極パターンを形成して成る反射器とを有し、前記櫛形電極の電極指のピッチに

対する電極指の幅を少なくとも60%の比率でパターン形成したことを特徴とするSAWフィルタが提供される。

【0010】櫛形電極の電極指のピッチに対する電極指幅の比率を、従来の50%から更に大きく(本発明の好適な実施形態では少なくとも60%に)すると、櫛形電極の電気機械結合係数はより一層小さくなる。従って、SAWフィルタの共振周波数と反共振周波数の差(Δf とする)は小さくなる。これによって、通過帯域と帯域外の境界部において特性曲線の立ち上がり及び立ち下がり急峻とすることができる。つまり、SAWフィルタの周波数通過特性を向上させることができる。

【0011】また、電極指幅の比率を変化させると、マクロ的に見た表面弾性波の伝播速度は変化する。これは、共振周波数と反共振周波数を低くする方向に作用する(周波数シフト)。その一方で、電気機械結合係数も変化し、上述したように、共振周波数と反共振周波数をシフトさせる。これら両方の周波数シフト量を合成すると、電極指幅の比率を大きくするほど、電極指幅の変化量に対する周波数シフト変化率は小さくなる。

【0012】従って、電極指幅の比率を大きくすることで、電極指幅の変動要因による周波数変動を抑えることができ、製品を安定生産することができる。これは歩留りの向上に寄与するものである。さらに、電極指幅の比率を変化させると、表面弾性波の伝播速度及び櫛形電極の静電容量が変化すると共に、共振周波数と反共振周波数の変化量に違いが現れる。従って、これらの変化をうまく利用することで、SAWフィルタの特性を左右する通過帯域幅、インピーダンス整合、中心周波数等のファクタを微妙に調整することが可能となる。

【0013】

【発明の実施の形態】図1には本発明の一実施形態に係るSAWフィルタの構成が示される。図中、(a)はSAWフィルタの回路構成を示し、(b)は(a)の回路で用いられるSAW共振器を構成している櫛形電極の一部のパターンを示す。図1(a)に示すように、本実施形態に係るSAWフィルタは、基本的な構成として、入出力(IN/OUT)に対して直列に接続した2個のSAW共振器SF1及びSF2と、入出力(IN/OUT)に対して並列に接続した3個のSAW共振器PF1~PF3とを梯子状に組み合わせて成る4段構成のラダー形SAWフィルタの形態を有している。更に、これらのSAW共振器SF1、SF2、PF1、PF2及びPF3と直列に、それぞれインダクタL1、L2、L3、L4及びL5が接続されている。

【0014】なお、図示はしないが、各SAW共振器は、図9(a)に示したように、圧電体基板の上にそれぞれの電極指が交互に差し挟まれるように電極パターンを形成して成る励振用の1対の櫛形電極と、該1対の櫛形電極の両側にそれぞれ電極パターンを形成して成る反

射器とを有している。図1(b)において、Pは櫛形電極の電極指のピッチ(1対の櫛形電極の隣合う電極指間の間隔)、Wは電極指の幅を表している。

【0015】本実施形態において、SAW共振器の櫛形電極の電極指の幅(W)は、電極指のピッチ(P)に対して50%(従来形)よりも大きい比率($W/P > 50\%$)でパターン形成されている。この電極指幅の比率(W/P)の選定については、例えば電極パターン形成時の露光時間を適宜変更することにより、容易に対応が可能である。

【0016】後述するように、本発明の好適な実施例では、この電極指幅の比率(W/P)は60%~80%に選定するのが好ましい。

【0017】

【実施例】本発明者は、図1(a)及び(b)に示した実施形態に係る4段構成のラダー形SAWフィルタで用いられるSAW共振器に関して、櫛形電極の電極指幅を変化させた場合の諸特性の変化を調べた。供試フィルタとしては、中心周波数が約950MHzのSAWフィルタを用いた。なお、図1(a)の構成において、各インダクタL1~L5のインダクタンスは15mHに設定した。

【0018】図2には電極指幅の変化に対するSAWフィルタの周波数通過特性が示され、図3には電極指幅の変化に対するSAWフィルタの反射特性が示される。これらの特性グラフから以下のデータを取得した。図4には電極指幅の比率(W/P)の変化に対する共振周波数と反共振周波数の差(Δf)の変化が示される。

【0019】図4からわかるように、電極指幅の比率が増加するほど Δf の値は小さくなっている。ここに Δf の変化量は、図2に示した周波数通過特性において通過帯域と帯域外の境界部における曲線の立ち上がり及び立ち下がりの変化が急峻であるかどうかの程度を表しており、 Δf の値が小さいほど立ち上がり及び立ち下がりの変化は急峻となる。

【0020】図5には電極指幅の比率(W/P)の変化に対する共振点及び反共振点の周波数シフトの変化が示される。また、図6には電極指幅の比率(W/P)の変化に対する通過帯域幅の変化が示される。図5からわかるように、電極指幅の比率(W/P)が増加するほど周波数シフトの変化率は小さくなっている。また、共振点の変化率は反共振点の変化率よりも小さいことがわかる。従って、通過帯域幅も小さくなる(図6参照)。

【0021】図6からわかるように、電極指幅の比率(W/P)が60%以下の場合には、通過帯域幅が大きくなりすぎて好ましくないため、電極指幅の比率(W/P)は少なくとも60%とするのが好ましい。しかしながら、電極指幅(W)をむやみに大きくすると、SAWフィルタの耐電力性を劣化させることになり、ひいてはSAWフィルタの寿命を短くすることにもなるため、適

当な比率にとどめるのが望ましい。

【0022】図7には電極指幅(W)の変化に対するSAWフィルタの寿命の変化が示される。図示の例では、電極指幅(W)に対する寿命(T)の変化を対数表示で示している。今回の試験環境(1Wの電力で、チップ温度が85°C)においては、8時間以上寿命が有れば製品の使用上問題はないので、電極指幅の比率(W/P)が80%以下であれば問題はない。

【0023】また、図8には電極指幅の比率(W/P)の変化に対する歩留りの変化が示される。ただし、図示の関係は、電極指幅のばらつき(標準偏差)のデータと電極指幅の変化率に対する周波数シフト量(図5参照)を基に算出した。電極指幅の比率(W/P)が75%までは周波数シフト変化率が小さくなるため(図5参照)、歩留りが向上するが(図8参照)、それ以上では電極指幅のばらつきが大きくなるため、歩留りは低下する傾向にある。

【0024】なお、ピッチP(本実施例では、 $P=2.5\mu\text{m}$ とした)に対する電極指幅Wの比率(W/P)を80%以上にすると、絶縁部の幅(P-W)は0.5 μm 以下となるため、技術の現状では、圧電体基板の上にSAW共振器の電極パターンを形成するのは困難である。つまり、SAWフィルタの製造が困難となる。従って、電極指幅の比率(W/P)は80%以下とするのが好ましい。

【0025】以上のことから、櫛形電極の電極指のピッチに対する幅の比率(W/P)は、60%~80%の範囲とするのが好ましい。以上説明したように、本実施例に係るSAWフィルタの構成によれば、電極指幅の比率(W/P)を従来の50%よりも大きく(60%~80%)しているのので、図4からわかるように、共振周波数と反共振周波数の差(Δf)を相対的に小さくすることができ、これによって、通過帯域と帯域外の境界部における曲線の立ち上がり及び立ち下がりの変化を急峻とすることができる。これは、周波数特性の改善に寄与するものである。

【0026】また、図5からわかるように、電極指幅の比率(W/P)を大きくすることで周波数シフトの変化率を抑制することができるので、製品を安定生産することが可能となる。これは、歩留りの向上に寄与するものである。さらに、電極指幅の比率(W/P)を好ましい範囲(60%~80%)で適宜変化させることにより、

SAWフィルタの特性を決定する通過帯域幅、中心周波数等のファクタをきめ細やかに調整することが可能となる。

【0027】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、SAWフィルタにおいてSAW共振器を構成している櫛形電極の電極指のピッチに対する電極指幅の比率を、従来の50%よりも大きい特定の比率にすることで、周波数特性を改善することができると共に、製造プロセスに起因する電極指幅のばらつきに対する周波数シフト変化率を小さくすることができ、歩留りの向上を図ることが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係るSAWフィルタの構成を示す図で、(a)はSAWフィルタの回路構成図、(b)はSAW共振器を構成している櫛形電極の一部のパターン図である。

【図2】電極指幅の比率の変化に対するSAWフィルタの周波数通過特性を示す図である。

【図3】電極指幅の比率の変化に対するSAWフィルタの反射特性を示す図である。

【図4】電極指幅の比率の変化に対する共振周波数と反共振周波数の差の変化を示す図である。

【図5】電極指幅の比率の変化に対する共振点及び反共振点の周波数シフトの変化を示す図である。

【図6】電極指幅の比率の変化に対する通過帯域幅の変化を示す図である。

【図7】電極指幅の変化に対するSAWフィルタの寿命の変化を示す図である。

【図8】電極指幅の比率の変化に対する歩留りの変化を示す図である。

【図9】典型的なSAW共振器の一構成例を示す図で、(a)はSAW共振器の構成を模式的に示した斜視図、(b)はそれをシンボル表記で示した図である。

【図10】従来形のSAW共振器を構成している櫛形電極の一部のパターン図である。

【符号の説明】

PF1~PF3...並列に接続したSAW共振器

SF1, SF2...直列に接続したSAW共振器

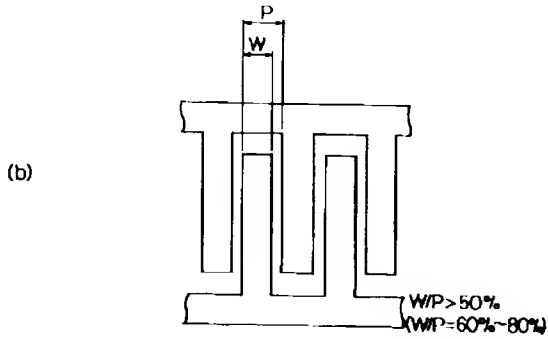
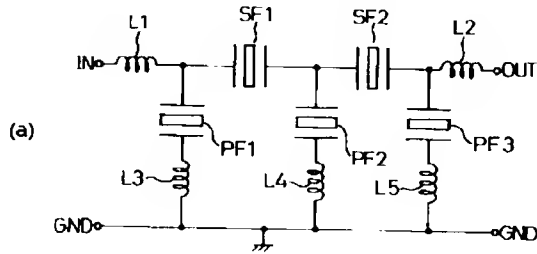
L1~L5...インダクタ

P...櫛形電極の電極指のピッチ

W...電極指の幅

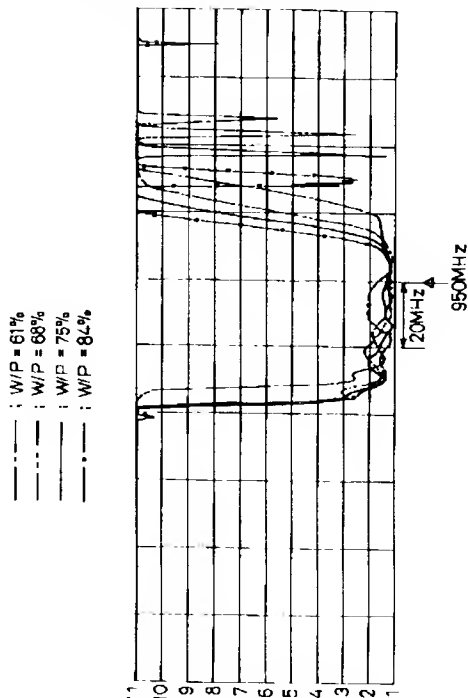
【図1】

本発明の一実施形態に係るSAWフィルタの構成を示す図



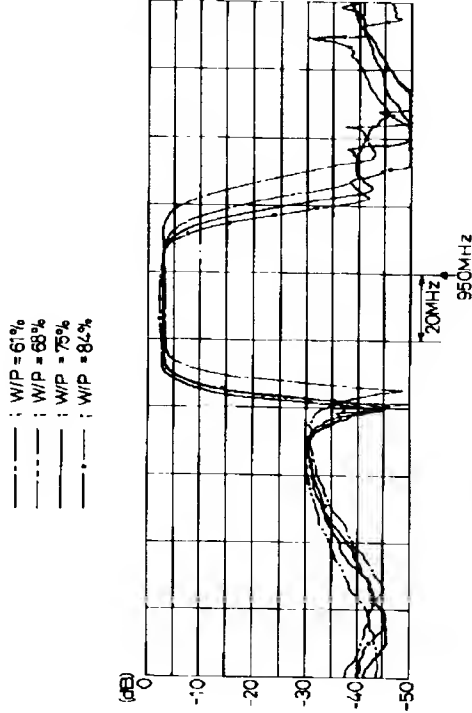
【図3】

電極幅の比率の変化に対するSAWフィルタの反射特性を示す図



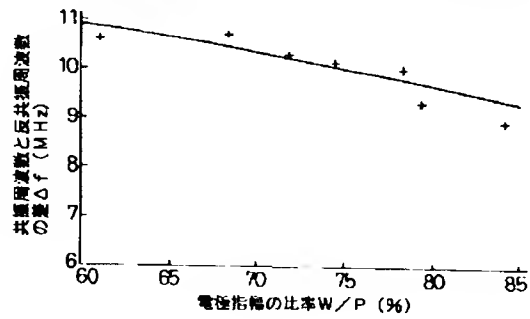
【図2】

電極幅の比率の変化に対するSAWフィルタの周波数通過特性を示す図

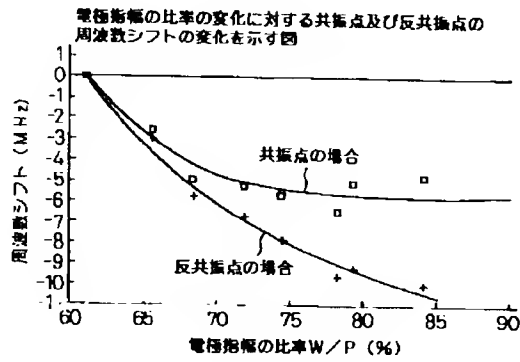


【図4】

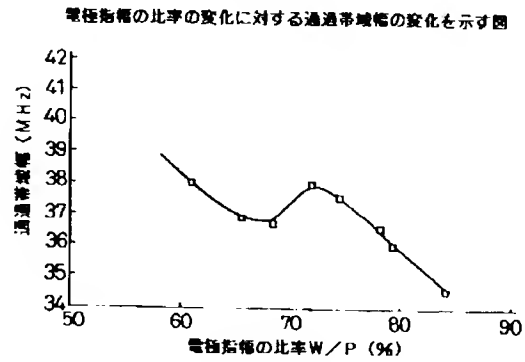
電極幅の比率の変化に対する共振周波数と反共振周波数の差の変化を示す図



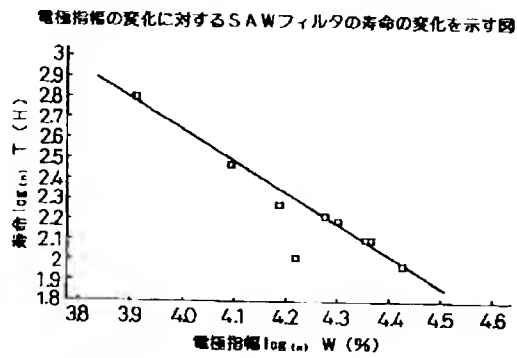
【図5】



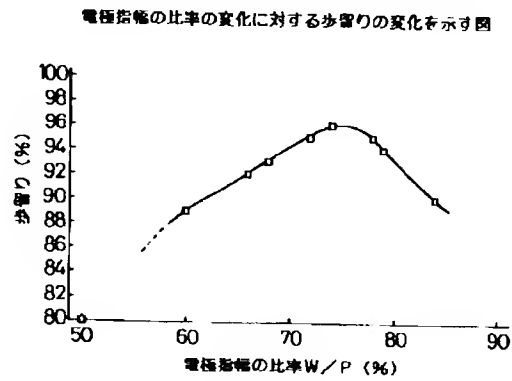
【図6】



【図7】

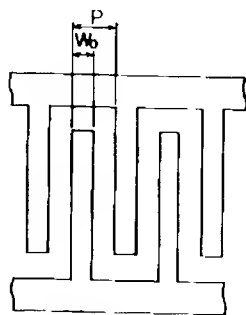


【図8】



【図10】

従来形のSAW共振器を構成している櫛形電極の一部のパターン図

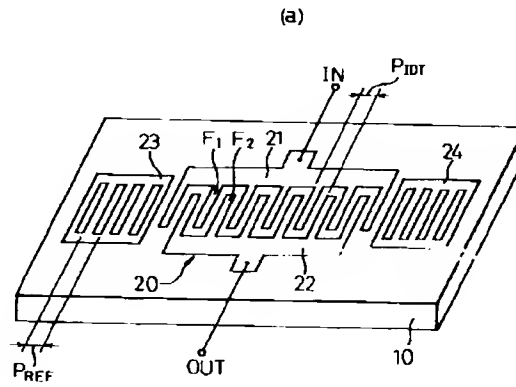


$$W_0/P = 50\%$$

$$W_0 = \lambda/4$$

【図9】

典型的なSAW共振器の一構成例を示す図



(b)

